

PRESSURE SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

Publication number: JP2002027595 (A)

Also published as:

Publication date: 2002-01-25

JP3945613 (B2)

Inventor(s): TAJIMA TOSHIKUMI; SAITO NOBUO; SHODA KIYOTAKE;
NISHIGUCHI TOSHIYUKI; ABE MASAHIRO; ESASHI MASAKI

Applicant(s): JAPAN BROADCASTING CORP; TOHOKU TECHNO ARCH CO LTD

Classification:

- **International:** G01L9/12; G01L9/00; H01L29/84; H04R19/04; G01L9/12;
G01L9/00; H01L29/66; H04R19/00; (IPC1-7): H04R19/04;
G01L9/12; H01L29/84

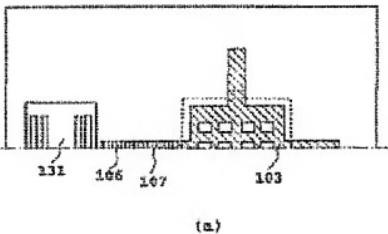
- **European:**

Application number: JP20000202754 20000704

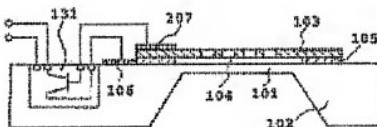
Priority number(s): JP20000202754 20000704

Abstract of JP 2002027595 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly and stably manufacture a capacitor type acoustic and pressure sensor in a simple process. **SOLUTION:** The change of a pressure is converted into the change of a capacity so as to be detected by counter electrodes constituted of a diaphragm and a back board which are adjacently arranged in parallel. At the forming of the counter electrodes, an adhesive layer 105 including powder silicon oxide as main components and boron or phosphorus with high concentration is accumulated at the interval part and peripheral supporting part of the counter electrodes 101 and 103, and two substrates forming the counter electrodes are adhered, and then the adhesive layer of the counter electrode interval part 104 is removed so that the counter electrode structure can be formed.



(a)



(b)

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-27595

(P2002-27595A)

(43)公開日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(51) Int.Cl.⁷
 H 04 R 19/04
 G 01 L 9/12
 H 01 L 29/84

識別記号

F I
 H 04 R 19/04
 G 01 L 9/12
 H 01 L 29/84

テ-レコ-ト⁷ (参考)
 2 F 0 5 6
 4 M 1 1 2
 Z 5 D 0 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-202754(P2000-202754)

(22)出願日 平成12年7月4日 (2000.7.4)

(71)出願人 000004352
 日本放送協会
 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
 (71)出願人 899000035
 株式会社 東北テクノアーチ
 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468番地
 (72)発明者 田島 利文
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
 送協会 放送技術研究所内
 (74)代理人 10007481
 弁理士 谷 義一 (外2名)

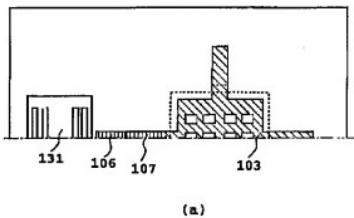
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧力センサおよびその製造方法

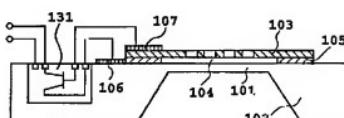
(57)【要約】

【課題】 簡単な工程で、迅速に且つ安定してコンデンサ型音響・圧力センサを製造すること。

【解決手段】 平行して近接させた振動板と背面板から成る対向した電極によって、圧力の変化を容量変化に変換して検出する。対向電極を形成する際に、対向電極101, 103の間隙部および周辺支持部に粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層105を堆積し、対向電極を形成する2枚の基板を接着した後、対向電極間隙部104の接着層を取り去ることによつて、対向電極構造を形成する。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動板および背面板から成る対向電極を有する圧力センサであって、

前記対向電極の周辺支持部に前記振動板および前記背面板を所定の間隙で対向させるための、粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層を介在させたことを特徴とする圧力センサ。

【請求項2】 請求項1において、

前記接着層の厚さを2~5μmとしたことを特徴とする圧力センサ。

【請求項3】 所定間隙で対向する振動板および背面板から成る対向電極を形成する際に、

前記振動板または前記背面板に、粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層を堆積し、前記振動板および前記背面板を前記接着層によって接着し、

前記対向電極の周辺部を残して前記接着層を取り去ることによって、前記振動板および前記背面板間に間隙を形成することを特徴とする圧力センサの製造方法。

【請求項4】 周辺支持部の絶縁層を介して所定間隙で対向する振動板および背面板から成る対向電極を有する圧力センサであって、

前記周辺支持部を構成する前記振動板の支持部および前記背面板の支持部の少なくとも一方に段差を有する構造を持たせたことを特徴とする圧力センサ。

【請求項5】 請求項4において、

前記周辺支持部における絶縁層の厚みが、前記所定間隙よりも厚いことを特徴とする圧力センサ。

【請求項6】 請求項4において、

前記絶縁層を粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層で構成したことを特徴とする圧力センサ。

【請求項7】 請求項4において、

前記振動板の支持部および前記背面板の支持部の少なくとも一方に溝を設けたことを特徴とする圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、振動板を用いたコンデンサ型の圧力センサに関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロホン等に用いるマイクロマシン加工技術を用いて製作するコンデンサ型音響・圧力センサ装置はセンシング部分、初段增幅回路を一体製造できるため、品質安定性が高く、小型、軽量、量産に適している。

【0003】このコンデンサ型音響・圧力センサで重要なセンシング部分は、その周辺の支持部の絶縁物により電気的に分離され、且つ近接して配置された、薄く平坦な振動板と背面板で構成される対向電極である。このセンサでは、音波による音圧変化で生じる振動板の変位を

対向電極間に容量変化として検出する。

【0004】従来のセンサ部分の製作手法は先ず、平坦な振動板となる側の基板と、同じく平坦な背面板となる側の基板の層間に絶縁層を形成し、次にこれを挟んで2つの基板を接着する。

【0005】この後に、各基板をエッチング法により薄くし、残った部分を振動板と背面板とする。さらにこの振動板および背面板の周囲に支持部を残して絶縁層を除去して空隙層を形成するというものである。

【0006】図2を参照して、従来の対向電極の製作手法を説明する。

【0007】先ず、極めて平坦な振動板となる基板202と同じく平坦な背面板となる基板201との間に絶縁層203、204を形成し(a)、次にこれを挟んで平坦な基板同士を接着する(b)。

【0008】この後に、接着した基板を、振動板側から(c)、および適当なエッチングマスクを用いて背面板側から(d)それぞれエッチングして極めて薄い振動板201Aと背面板202Aとを形成する。

【0009】さらにもう一つの振動板201Aおよび背面板202Aの周間に支持部203Aを残して、絶縁層を除去して空隙層205を形成するというものであった(e)。

【0010】ここで、絶縁層の厚さは、対向電極の間隔であり、センサの性能を決定する重要なパラメータである。

【0011】すなわち、

1) 対向電極の間隔が小さいほどセンサの感度は高くなるが、ダイナミックレンジを大きくするために振動板の振幅を大きくする必要がある。

2) さらにこのセンサは出力を検出するために対向電極間に5~10Vの電圧を加える。このため、音圧により振動板が振動して背面板に近接すると対向電極間の静電力が増加して両者吸引してしまう。

【0012】これら1)および2)の兼ね合いから振動板、背面板とともにシリコンで形成する場合は、対向電極間(空隙層)の厚さは2~5μmにすることが公知である(参考文献1参照)。

【0013】また、上記のように対向電極形成で重要な接着基板の製作に、従来はシリコン基板に酸素イオン注入して絶縁層を形成した基板を用いるか、もしくは、堆積技術、熱酸化技術等を用いて酸化珪素層を基板に形成し、これを介して基板を密着させ、高温度中(500°C以上)で高電圧(数百V)を加えて2つの基板を接着する直接接合技術を用いていた。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従来のセンサ製作に用いられているイオン注入法で形成する絶縁層は、後に背面板になるシリコン層に酸素イオンを透過させて形成する。このとき酸素イオンが透過できる背面板になるシリ

コン層の厚さは最大10μm程度である。しかるにセンサで必要とする背面板の厚さは、強度の点から10μm以上であり、この背面板を透過した上に2~5μmの厚さの絶縁層を形成する必要があるが、これはイオン注入法では実現困難である。

【0015】また、直接接合の堆積法においては、品質の高い(欠陥が少ない)絶縁層を形成することが困難である。絶縁層に欠陥があると上記図2の(b)の工程において、欠陥を通してリークする電流のために絶縁層に十分な電界が印加されない。このため基板の接着が達成されない。

【0016】熱酸化法によれば良質な絶縁層を得ることが可能である。

【0017】しかし熱酸化法では、

1) 成膜速度が遅いために、基板の拡散条件から許される1100度において2μmの酸化膜を形成するのに8時間必要とするので、センサの高性能化に必要な厚い絶縁層を短時間で形成することは不可能である。

2) さらに、基板に反りが生じないように接着面の平坦性と清浄度を極めて高くする必要がある。

【0018】上記2)の管理が不十分である場合には、これらが接着を阻害するために、ごく一部でのみ接着する不完全な接着が行われることになる。

【0019】したがって、従来の直接接合法では、高度な工程管理が必要であり、厳しい制約のなかで歩留まりよく接着を達成するのは至難の技であった。また直接接合は、接着時の基板密着部は点接触であり基本的に全面接合は困難である。

【0020】そこで本発明の目的は以上のような問題を解消した圧力センサおよびその製造方法を提供することにある。

【0021】また、本発明の他の目的は、対向電極の周囲に生じる寄生容量を低減することによって、感度低下を回避した圧力センサを提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明では、粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層を用いる。振動板となる側の基板または背面板となる側の基板の接着面にこの接着層を堆積し、2枚の基板を合わせて熱処理することにより、基板を面内一様に容易に接着させ、しかも所望の厚さの基板間絶縁層形成を同時に実現する。この手法では、堆積する接着層が粉体であるため、

①酸化物の充填が完全であるため酸化膜に欠陥を生じることがなく、

②接着面の平坦性、清浄度の高度な工程管理を必要とせずに接着させることができあり、

③基板の厚さ、絶縁層の厚さ等の設計自由度が直接接合に比べてはるかに大きくできるという利点を持つ。また粉体酸化珪素に硼素またはリンを高濃度に含ませることで

接着時の絶縁層の流动性が増すため、

④基板接着の一様性が向上する。

また、従来構造の対向した電極の支持部の層間絶縁膜に生じる寄生容量を低減し感度の向上を図る課題を解決するため、本発明では、対向した電極の振動板または背面電極または双方の支持部に段差を持つ構造とし、これを接着して対向電極を作製した。これにより、支持部のみの絶縁層が厚くなり、寄生容量が低減できる。さらに、この段差を有する構造体を容易に実現し、さらに設計自由度を増すために振動板と背面電極の接合に粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層を用いれば、対向した電極の空間層と支持部を一体化して形成できる。

【0023】請求項1の発明は、振動板および背面板から成る対向電極を有する圧力センサであって、前記対向電極の周辺支持部に前記振動板および前記背面板を所定の間隙で対向させるための、粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層を介在させたことを特徴とする。

【0024】請求項2の発明は、請求項1において、前記接着層の厚さを2~5μmとしたことを特徴とする。

【0025】請求項3の発明は、所定間隙で対向する振動板および背面板から成る対向電極を形成する際に、前記振動板または前記背面板に、粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層を堆積し、前記振動板および前記背面板を前記接着層によって接着し、前記対向電極の周辺部を残して前記接着層を取り去ることによって、前記振動板および前記背面板間に間隙を形成することを特徴とする。

【0026】請求項4の発明は、周辺支持部の絶縁層を介して所定間隙で対向する振動板および背面板から成る対向電極を有する圧力センサであって、前記周辺支持部を構成する前記振動板の支持部および前記背面板の支持部の少なくとも一方に段差を有する構造を持たせ、たことを特徴とする。

【0027】請求項5の発明は、請求項4において、前記周辺支持部における絶縁層の厚みが、前記所定間隙よりも厚いことを特徴とする。

【0028】請求項6の発明は、請求項4において、前記絶縁層を粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層で構成したことを特徴とする。

【0029】請求項7の発明は、請求項4において、前記振動板の支持部および前記背面板の支持部の少なくとも一方に溝を設けたことを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)この発明の第1の実施の形態について図を用いて説明する。

【0031】図1の(a)および(b)はマイクロホン等に用いるマイクロマシン加工技術を用いて製作するコンデンサ型音響・圧力センサの構造の平面図および断面

図である。

【0032】101は振動板であり、102がその支持基板である。103は背面板で、その支持部105を挟んで振動板101とともに対向電極を形成する。104は空隙層である。対向電極間に生じる容量の変化は電極端子106、107で検出する。センシング部分（振動板101、背面板103、空隙層104）および電極端子106、107から取り出した圧力変化に応答した信号を增幅する初段增幅回路131を一体製造できるため、品質安定性が高く、小型、軽量であり、量産に適している。

【0033】次に、図3の(a)～(d)を用いてコンデンサ型音響・圧力センサの製作例を示す。

(a)：振動板となる側の基板110または背面板となる側の基板108はCVD技術等での粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層109を所望の厚さに堆積する。

(b)：堆積させた接着層109を介して振動板となる側の基板110と背面板となる側の基板108を合わせ、熱処理をおこない、基板の接着をおこなう。その後に背面板基板108を研磨して背面板の所望の厚さを得る。次にこの基板の両面に酸化膜を熱処理等で成長させる。

(c)：振動板となる側の基板110と背面板となる側の基板108の両面に成長させた酸化膜をホトリソグラフィ技術で加工してエッチングマスク112を形成し、このエッチングマスク用いてアルカリエッティング液で処理して振動板101と背面板103を形成する。この背面板103は、振動板の振動によって空隙層に生じる空気の圧力を逃がす目的で、支持部を除き網目構造にしている。

(d)：最後に背面板103をエッチングマスクにして、この背面板の網目構造から絶縁層111をフッ化水素酸でエッチングすることにより、絶縁層111の、振動板101および背面板103の周辺部の支持部105に相当する部分を残して空隙層104を得る。その後に背面板側から金属膜を蒸着して電極端子106、107を形成し、一体構造のセンサをを完成させる。

【0034】このような対向電極構造をCVD技術等での粉体酸化珪素を主成分とし硼素またはリンを高濃度に含む接着層を接着面上に堆積し、後の熱処理で基板を接着する手法を用いることで、

1) 基板の平坦性を厳密に管理しなくとも面内一樣の接着が短時間で行える。

2) サラに接着面の極端に高度な清浄度の管理も必要とせずに厚い基板間絶縁層の形成と基板の接着を同時、且つ容易に実現できる。これらにより音響・圧力センサに必要な対向電極を形成することができる。

3) サラにこの手法では基板の厚さ、不純物濃度分布、酸化珪素層厚さ等の設計自由度は従来の直接接合に比べ

はるかに大きくなる。

【0035】(第2の実施の形態)平坦な基板同士を接着して作製したセンサは、振動板と背面板よりなる対向電極の周囲に形成した支持部に生じる寄生容量が、有効容量と同程度となってしまう。このため、音圧による容量変化を検出する際の、感度低下の原因となっていた。この寄生容量の低減法として、これまで、支持部の面積を背面電極の面積に比べて小さくすることが行われてきた。しかし、この方法では構造強度が低下してしまうため、寄生容量の低減には限界があり、そのため感度の向上にも限界があった。

【0036】そこで、第2の実施の形態では、このような問題を解消した。

【0037】図4の(a)および(b)は、振動板支持部に段差を持つコンデンサ型音響・圧力センサの構造の平面図および断面図である。101は振動板であり、102がその支持部で、基板110をエッチングして形成する。103は背面板で、その支持部105を挟んで振動板101とともに対向電極を形成する。104は空隙層である。対向電極の容量変化は電極端子106、107から検出する。

【0038】図5は、振動板支持部および背面板支持部にともに段差を持つコンデンサ型音響・圧力センサの構造説明の断面図である。

【0039】図6は本発明によるコンデンサ型音響・圧力センサの作製工程例である。

(a) 先ず、振動板基板110の表面に成長させた酸化膜をホトリソグラフィ技術で加工して、エッチングマスクを形成し、エッチング処理して振動板領域が残るかたちの段差を作る（振動板領域は上に凸）。その上にTEOS/CVD技術等で酸化珪素層109を形成し、振動板上に所望の厚さの酸化珪素層を残しCMP技術等で平坦化する。このような振動板基板110と背面板基板108を接着して対向した電極基板を形成する。

(b) 次に背面板基板108を研磨して所望の厚さの背面板を得る。

(c) 次に接合基板の両面に熱処理等で酸化膜を成長させ振動板基板110と背面板基板108の両面にホトリソグラフィ技術で酸化膜のエッチングマスクを形成し、これをアルカリエッティング液で処理して振動板101と背面板103を形成する。この背面板103は、振動板の振動によって空隙層に生じる空気の圧力を逃がす目的で、支持部を除き網目構造にしている。

(d) 最後に背面板103をエッチングマスクにしてこの背面板の網目構造から絶縁層111をフッ化水素酸でエッチングして空隙層104と、その周辺で背面板103を支持する、酸化珪素層109からなる支持部105を得る。その後に背面板側から金属膜（106、107）を蒸着し一体構造の対向電極を完成させる。

【0040】また、図6の(a)の工程における、酸化

珪素層形成段階で、粉体酸化珪素を主成分とし矽素またはリンを高濃度に含む接着層を用いた基板接着技術を適用することで、振動板もしくは背面板の段差構造の設計自由度がはるかに向上し電極構造体を容易に形成できる。さらにまた、図7のように振動板基板110の支持部に溝を形成することで、酸化珪素層との接触面積が増し、基板接合の安定性が一層向上する。

【0041】本実施の形態のように、対向電極の支持部に段差のある構造を用いることで対向電極間隔よりも大きな間隔を持つ支持部を形成し、支持部の寄生容量の低減を実現しセンサ感度の向上に寄与する。

【0042】センサ寸法の一例を図4の(b)および図5に示した(単位は μm)。センサの感度は振動板と背面板間の有効容量C_dと支持部の寄生容量C_sとの比 C_d/C_s に比例する。支持部の寄生容量は、段差のない構造では、電極間の有効容量とほぼ同等の値になってしまる。ここで背面電極支持部のスペーサー(図6の105)の比誘電率は空気に対してはかなり大きく、一般的に使われている酸化珪素では4~4.5である。

【0043】これに本発明を適用すれば容易にスペーサーの厚さを1.5倍以上の値に探ることができ、寄生容量を $2/3$ 以下に低減できる。これにより、感度を $3/2$ 倍以上に向上させることができ、大きな改善効果が得られる。

【0044】(参考文献1): A silicon condenser microphone using bond and etch-back technology, J. Bergqvist, Sensors and Actuators A45 (94) 11 5-124

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、簡単な工程で、迅速に且つ安定して圧力センサを製造することができる。また、本発明によれば、寄生容量を低減して感度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の第1の実施形態の平面図、(b)は同断面図である。

【図2】従来のコンデンサ型音響・圧力センサの製作工程の例を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態の圧力センサの製作工程の例を示す図である。

【図4】(a)は本発明の第2の実施形態の平面図、(b)は同断面図である。

【図5】本発明のさらに他の実施形態の断面図である。

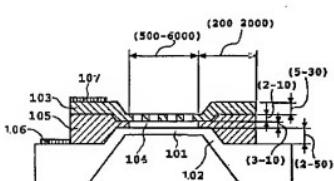
【図6】本発明の第2の実施形態の圧力センサの製作工程の例を示す図である。

【図7】支持部にV字状の溝を形成した構造の模式図である。

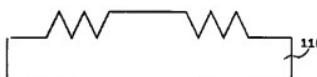
【符号の説明】

- 101 振動板
- 102 振動板支持部
- 103 背面板
- 104 空隙層
- 105 支持部
- 106 振動板電極
- 107 背面板電極
- 108 背面板基板
- 109 接着層
- 110 振動板基板
- 111 槌性層

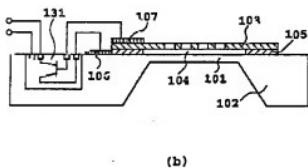
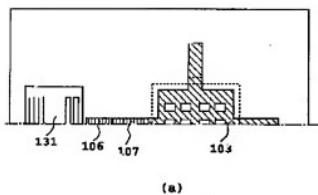
【図5】



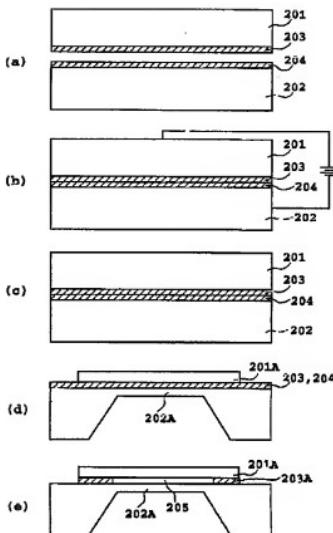
【図7】



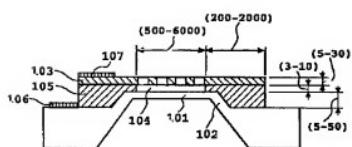
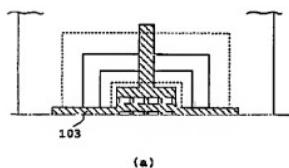
【図1】



【図2】

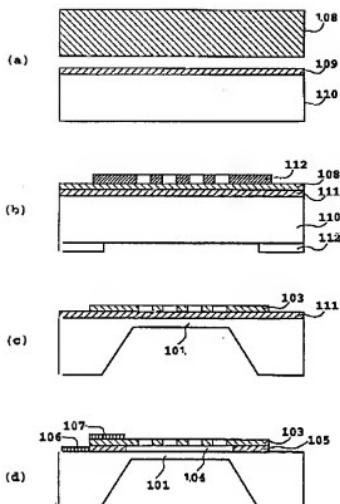


【図4】

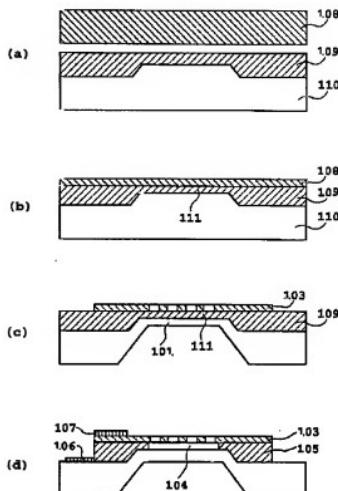


(b)

【図3】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 信雄

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 庄田 清武

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 西口 敏行

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 阿部 正英

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 江刺 正喜

宮城県仙台市太白区八木山南一丁目11番9
号

F ターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC02 DD05 EE25

FF11 FF43 GG01 GG11

4M112 AA01 BA07 CA02 CA16 DA04

DA05 DA06 DA18 EA02 EA06

EA10

5D021 CC02 CC04 CC05 CC19